

Prothesen mit Tastsinn

Künstliche Hände, die nicht nur zupacken, sondern auch ein Gefühl vermitteln

Heutige Handprothesen werden von Patienten eher als Werkzeug denn als Körperteil wahrgenommen. Fallstudien zeigen nun, dass Prothesen mit Tastsinn besser zu handhaben sind und Phantomschmerzen reduzieren.

Lena Stallmach

Handprothesen haben sich in den letzten Jahren immer weiter entwickelt. So können moderne Exemplare bis zu 24 verschiedene Griffmuster ausführen – angesteuert durch die Muskeln im Armstumpf. Doch eine fundamentale Funktion der Hände fehlt ihnen: der Tastsinn. Ein Prothesenträger muss daher immer mit den Augen überprüfen, ob er etwas bereits in der Hand hält und wie stark er zudrückt. Seine künstliche Hand empfinde er nicht als zugehörig, sondern als Werkzeug, das er in der Hand halte, schildert ein Patient. Doch sind einige Forschergruppen nun daran, Prothesen mit Tastsinn zu entwickeln.

Sie verfolgen dabei unterschiedliche Ansätze. In zwei neuen Publikationen beschreiben Wissenschaftler aus Schweden und den USA drei Patienten, welche gefühlvermittelnde Elektroden bereits seit 16 Monaten beziehungsweise 2 Jahren in ihren Armen tragen. Die Signalübertragung blieb dabei konstant, und die Patienten hatten keine Beschwerden.^{1, 2} Im Gegenteil berichteten alle drei, dass ihre Phantomschmerzen verschwunden waren oder sich zumindest stark reduziert hatten, seit sie in der Hand wieder etwas fühlten. Ausserdem konnten sie mit der Prothese sicherer und differenzierter zupacken.

Das Team von Dustin Tyler von der Case Western Reserve University in Cleveland, Ohio, demonstrierte dies, indem es zwei Patienten Stiele von Kirschen abzupfen liess.¹ Die Kirsche muss dabei fest genug gehalten werden, dass sie in der Hand bleibt, aber nicht so fest, dass sie zerquetscht wird. Ohne Tastsinn schafften es die Patienten nur, 43 Prozent der Stiele erfolgreich zu entfernen, wenn gleichzeitig ihr Seh- und Hörsinn ausgeschaltet war; 77 Prozent, wenn sie zuschauen und hören konnten. Mit Tastsinn zupften sie dagegen ohne Seh- und Hörsinn 93 Prozent der Stiele erfolgreich und 100 Prozent, wenn sie alle drei Sinne nutzen konnten.

In beiden Studien wurden «Cuff-Elektroden» für die Signalübertragung implantiert. Dabei liegen mehrere Elektroden in einer Manschette um einen Nervenstrang herum und aktivieren die Nerven an der Oberfläche. Der Druck

beim Greifen wird über Sensoren an der Hand gemessen und in Signale verwandelt, die über die Elektroden und Nerven bis ins Gehirn weitergeleitet werden. Es habe sich fast so angefühlt, als wäre es ein echtes Gefühl in einer echten Hand, sagt ein Patient aus Tylers Studie laut Publikation. Er konnte verschiedene Texturen wie Watte oder Sandpapier unterscheiden. Allerdings blieb das Gefühl in der Hand vorerst auf das Labor beschränkt. Denn die verwendeten Sensoren an der Hand und der Elektrodenstimulator sind nicht für den Alltagsgebrauch geeignet.

In der schwedischen Studie unter der Leitung von Max Ortiz-Catalan von der Universität Göteborg war die gesamte Technik für den Tastsinn dagegen dauerhaft in die Prothese integriert.² Zwar war der Tastsinn viel rudimentärer als in Tylers Studie. Doch half er dem Patienten bei der Bewältigung von alltäglichen Aufgaben. Die verwendete Prothese war ausserdem direkt im Knochen verankert. Gängige Prothesen werden mit einer Art Socke über dem Stumpf am Arm befestigt. Die im Knochen integrierte Prothese besteht aus einem dauerhaften Implantat, das durch das Gewebe an die Oberfläche ragt, und einer daran befestigten Prothese. Die Handhabung dieser direkten Verlängerung des Arms sei weniger störungsanfällig als gängige Prothesen und die ausgeführten Bewegungen seien viel präziser, schreiben die Forscher.

Ein weiteres System mit Tastsinn hatten Forscher von der ETH Lausanne im Februar dieses Jahres demonstriert.³ Das Team unter der Leitung von Silvestro Micera hatte einem Patienten Elektroden so implantiert, dass sie die Nervenfasern im Inneren aktivierten. Dadurch sei eine noch differenziertere Stimulation der Nerven möglich als mit den «Cuff-Elektroden», sagt der Hauptautor Stanisa Raspopovic. Der Patient konnte mit seiner Prothese drei verschieden geformte Objekte und drei unterschiedliche Eigenschaften (weich, mittelhart und hart) unterscheiden. Die Forscher arbeiten nun daran, die Technik so weit zu verkleinern, dass sie auch in die Prothese integriert werden kann.

Grundsätzlich verfolge man diese Forschung mit Interesse, sagt Michael Hofer, Teamleiter Prothetik von der Balgrist Tec AG (Uniklinik Balgrist). Allerdings sei der Preis einer Prothese heute die grösste Einschränkung für ihren Gebrauch. Die Sozialversicherungen bezahlten die modernen und teuren Prothesen mit vielen Griffmustern nur in 10 Prozent der Fälle – wenn sicher sei, dass der Patient Arbeit habe. Einen zusätzlichen Nutzen von Prothesen mit

Tastsinn muss man vor den Versicherungen daher wohl gut begründen.

¹ Science Translational Medicine, Online-Publikation vom 8. Oktober 2014; ² ebenda; ³ Science Translational Medicine, Online-Publikation vom 5. Februar 2014.